

**Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa**

**Clínica Universitária de Otorrinolaringologia**

**Ano Letivo 2015/2016**



FACULDADE DE  
**MEDICINA**  
LISBOA

**U LISBOA**

UNIVERSIDADE  
DE LISBOA

Trabalho Final de Mestrado Integrado em Medicina

# **Perda de Audição Induzida pelo Ruído na juventude associada aos tempos livres**

- Artigo de revisão bibliográfica -

**Autor: João Francisco Teixeira Gomes de Araújo Cunha 14528**

**Orientador: Doutor Augusto Cassul**

## **Agradecimentos**

À minha família.

Aos meus amigos.

Ao Professor Doutor Óscar Dias.

Ao Doutor Augusto Cassul.

# Índice

Resumo.....	5
Introdução.....	7
Células ciliadas e PAIR .....	7
Desvios temporários e permanentes do limiar auditivo .....	9
Acufenos e Perda de Audição Induzida pelo Ruído.....	10
Otoemissões Acústicas.....	10
Nível de pressão sonora e critérios de risco de lesão .....	11
Perda de Audição Induzida pelo Ruído .....	13
Trauma Acústico.....	14
PAIR associada aos tempos livres na juventude .....	14
Atitudes e pontos de vista face ao ruído na adolescência .....	16
Fatores de risco modificáveis e não modificáveis na PAIR .....	17
Consequências do ruído não relacionadas com a PAIR e consequências sociais da PAIR nos jovens .....	18
Discotecas ou espaços de diversão noturna e concertos .....	19
Leitores Pessoais de Música Portáteis .....	20
Tipos de auriculares e auscultadores e a sua correlação com o ruído de fundo .....	21
Proteção auditiva e suas barreiras .....	24
Discussão e propostas de prevenção .....	26
Conclusão .....	30
Bibliografia .....	31

## **Siglas**

PAIR - Perda de Audição Induzida pelo Ruído

LPMP - Leitores Pessoais de Música Portáteis

CCI – Células Ciliadas Internas

CCE – Células Ciliadas Externas

DTLA – Desvio Temporário do Limiar Auditivo

DPLA - Desvio Permanente do Limiar Auditivo

dB – Decibéis

OEA – Otoemissões Acústicas

OSHA – Occupational Safety and Health Administration

NIOSH – National Institute of Occupational Safety and Health

CSE – Condições Socioeconómicas

AA – Auscultadores Auriculares ou Earbuds

AIA – Auscultadores Intra-Auriculares ou In-Ear

ACM – Auscultadores Circumaurais ou Over-Ear

ASA – Auscultadores Supra-Aurais ou On-Ear

NVP – Níveis de Volume Preferenciais

## **Resumo**

A Perda de Audição Induzido pelo Ruído (PAIR) é entendida como um problema sério e grave no mundo ocupacional, existindo já muita legislação e medidas de prevenção no âmbito do mesmo. No entanto, o mesmo não se verifica na PAIR recreativa, especialmente na população mais jovem, apesar de esta ser cada vez mais frequente, tendo sofrido um grande aumento nas últimas décadas. Este aumento pode ser justificado pelo facto de ser um problema relativamente recente e consequente do enorme avanço tecnológico dos últimos anos, nomeadamente na amplificação sonora e nos leitores pessoais de música portáteis (LPMP), tornando cada vez mais banais atividades como o frequentar de discotecas ou festivais de música, atividades estas que expõem a população a níveis sonoros passíveis de danificar a audição.

A PAIR é irreversível, fazendo com que a prevenção seja a única solução disponível para este problema de saúde pública. No entanto, verificou-se que a PAIR associada aos tempos livres não é encarada como um problema por parte da população mais jovem, e que muito pouco se faz a nível preventivo, evidenciando uma grande falta de consciencialização face a esta condição.

De modo a colmatar esta grande lacuna associada à noção do perigo da PAIR associada aos tempos livres, devem ser feitos esforços com o objetivo de informar e consciencializar a população através de legislação, normas sociais e programas de conservação auditiva. Estas medidas visam mudar a cultura e base social do indivíduo, ao invés de incidir diretamente nas suas atitudes e comportamentos individuais.

## **Abstract**

Noise Induced Hearing Loss (NIHL) is seen as a serious issue in the occupational world, and a lot of preventing measures and legislation already exist in order to fight this problem in this context. However, the same does not happen in the recreational NIHL, especially among the youth, even though it has increased over the last decades. This increase can be explained by the fact that it is a relatively recent issue as a result of the great technological development taking place over the last years, especially in the sound amplification and portable personal listening devices (PPLD) area, turning activities such as concerts and night clubs more common and normal. These activities expose youngsters to sound levels that could damage their hearing.

NIHL is irreversible, and, therefore, prevention is the only solution available to fight this public health issue. However, it was concluded that NIHL associated to leisure time is not seen as a serious problem and that very little is done in order to prevent it, making it obvious that there is a big lack of awareness within this condition.

In order to fight this big gap within the lack of awareness related to NIHL associated to leisure time, changes must be done with the goal of informing and concerning the population through legislation, social norms and hearing conservation programs. These measures will look up to change the culture and the social environment in which the person is inserted, instead of acting directly in its individual behaviors and attitudes.

## **Introdução**

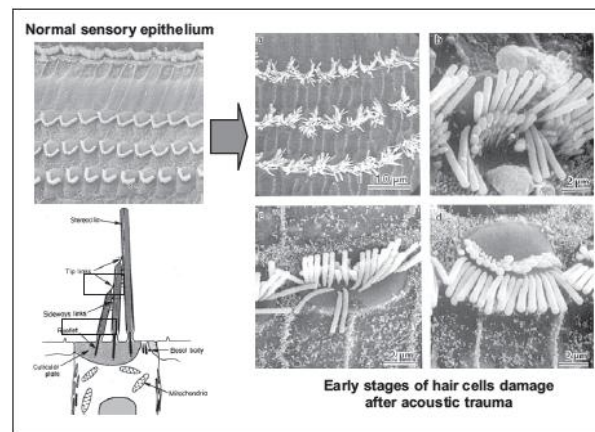
Com esta revisão, pretende-se, através do estudo da literatura disponível sobre PAIR e sobre PAIR associada aos tempos livres na juventude, perceber a extensão deste problema e como atenuá-lo, explorando possíveis propostas de prevenção.

## **Células ciliadas e PAIR**

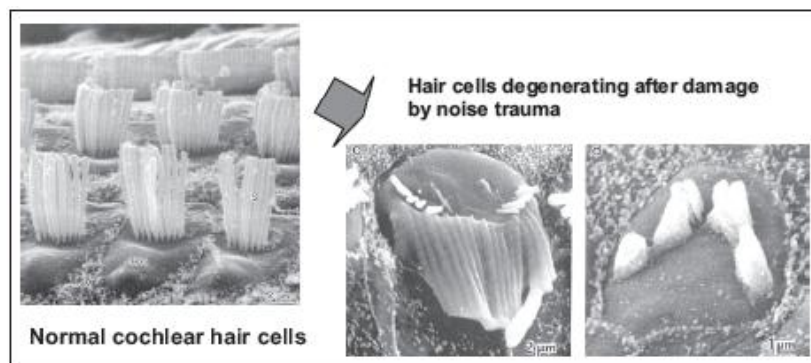
A cóclea possui uma maquinaria sofisticada responsável pela deteção de sons e pela conversão de energia mecânica em potenciais elétricos.<sup>1,2</sup> O órgão de Corti é o epitélio sensorial na cóclea onde as células ciliadas, as células de suporte e as fibras nervosas (que se conectam ao e do cérebro) interagem de modo a tornar a audição possível. O órgão de Corti encontra-se sobre uma membrana acelular, chamada membrana basilar, estendendo-se ao longo da cóclea e apresentando propriedades mecânicas únicas.<sup>1</sup> Tem a capacidade de vibrar em resposta a movimentos fluidos e propagar esta energia mecânica a todo o órgão de Corti. A cóclea mamífera contém dois tipos de células sensoriais, as células ciliadas internas (CCI) e as células ciliadas externas (CCE).<sup>2</sup> Estas apresentam várias características comuns como a polaridade celular com estereocílios no ápex e conexões sinápticas na base, mas apresentam também diferenças funcionais. A informação sobre o ambiente acústico é transmitida por sinapses nas CCI, enquanto que as CCE estão envolvidas na amplificação do som através de feedback eletromagnético.

Alterações nas estruturas celulares do órgão de Corti incluem: desarranjo dos estereocílios, inchaço das terminações sinápticas, células de suporte com alterações morfológicas e até morte das células ciliadas.<sup>3</sup> As CCE são as mais vulneráveis à sobre-exposição acústica. Acima de um nível de intensidade específica, as CCE demonstram sinais de exaustão metabólica com acumulação de espécies reativas de oxigénio e nitrogénio.<sup>4</sup> Dado que as células ciliadas mamíferas não se regeneram,<sup>5</sup> a perda de células determina uma irreversível perda de capacidade auditiva respetiva a essas células perdidas.<sup>6</sup> Uma pessoa, em média, nasce com aproximadamente 16000 células ciliadas, sendo que entre 30-50% destas poderão ser danificadas ou destruídas sem que algum nível de perda auditiva seja detetável.<sup>7</sup> Na figura 1 e 2 podemos ver o que pode resultar da agressão sonora através de imagens recolhidas com microscópio eletrónico. Nas imagens à esquerda das figuras 1 e 2, podemos ver como se parece o normal epitélio sensorial e normais células ciliadas cocleares, respetivamente, sem qualquer

lesão. Na figura 1, nas imagens da direita, podemos observar as consequências imediatas de estimulação acústica excessiva. Os estereocílios perdem a sua rigidez e tornam-se mais laxos e separados. Nas imagens à direita, na figura 2, os estereocílios já se apresentam no processo de degeneração completa. Estes processos são irreversíveis.<sup>8</sup>



**Figura 1 |** Imagens de microscópio eletrónico de células ciliadas cocleares normais (à esquerda) e imediatamente após trauma sonoro (à direita). (adaptado de Harrison, R. V. *Noise-induced hearing loss in children: A 'less than silent' environmental danger. Paediatr. Child Health (Oxford).* 13, 377–382 (2008).



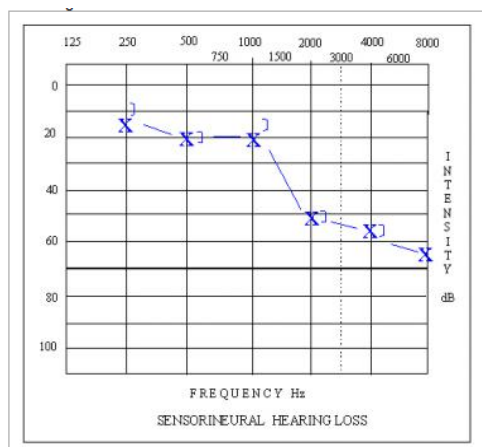
**Figura 2 |** Comparação entre os estereocílios de células ciliadas cocleares normais (à esquerda) e os de células após trauma acústico e já em processo de degeneração completa (à direita). (adaptado de Harrison, R. V. *Noise-induced hearing loss in children: A 'less than silent' environmental danger. Paediatr. Child Health (Oxford).* 13, 377–382 (2008).



## Desvios temporários e permanentes do limiar auditivo

De modo a identificar os desvios temporários do limiar auditivo (DTLA) ou desvios permanentes do limiar auditivo (DPLA), recorre-se ao método subjetivo de avaliação da audição Audiometria Tonal Simples. Este consiste num teste comportamental usado para medir a sensibilidade auditiva. Os limiares auditivos indicam o som menos intenso que um indivíduo consegue ouvir a determinada frequência (entre 125 e 8000 Hz) durante, pelo menos, 50% do tempo. A sensibilidade auditiva é depois exposta num audiograma, que é um gráfico demonstrando a intensidade do som em função da frequência. Na figura 3 temos o exemplo de um audiograma demonstrativo de um desvio do limiar auditivo para as frequências 2000-8000 Hz de cerca de 30 dB. Os limiares auditivos em decibéis (dB) de uma audição considerada normal encontram-se entre 0-25 dB. Podemos também estar perante uma perda de audição ligeira (26-40 dB), perda de audição moderada (41-55 dB), perda de audição moderada-severa (56-70 dB), perda de audição severa (71-90 dB) ou perda de audição profunda (> 90 dB).<sup>9</sup>

Os DTLA ou DPLA podem ocorrer em resposta à exposição de sons demasiado intensos.<sup>10</sup> Tende a não haver muita preocupação no que toca a DTLA pois costuma existir recuperação total aparente.<sup>8</sup> Normalmente, a recuperação de um DTLA dura entre vários minutos a várias horas após a exposição sonora.<sup>11,12</sup> No entanto, é fortemente acreditado que episódios repetidos de DTLA podem resultar em alterações permanentes. É provável que a exposição sonora que cause DTLA altere a micromecânica da cóclea, incluindo a união entre os estereocílios das células ciliadas e que a reversibilidade de tais efeitos possa não ser de 100%. Qualquer ruído que despolete DTLA deve ser evitado.<sup>8</sup>



**Figura 3 | Audiograma demonstrativo de um desvio do limiar auditivo para as frequências 2000-8000 Hz de cerca de 30 dB<sup>9</sup>**

## **Acufenos e Perda de Audição Induzida pelo Ruído**

Acufenos é um sintoma relacionado com a percepção de som ou ruído por parte do doente na ausência de um som externo correspondente. Estima-se que, nos EUA, entre 35 e 50 milhões de pessoas percecionem acufenos, sendo o impacto destes significativo em 5-20% dos casos.<sup>13</sup> Apesar da sua fisiopatologia não estar ainda bem clarificada, a maioria da pesquisa realizada até agora aponta para que a sua origem resulte de alterações neurológicas nas vias auditivas centrais e periféricas como resultado de lesão a nível periférico.<sup>14</sup> Acufenos é descrito como um dos principais e primeiros sintomas de PAIR e, na maioria dos casos, surge associado a perda de audição.<sup>15,16</sup>

Um estudo realizado com 123 doentes que apresentavam acufenos, demonstrou que a exposição crónica ao ruído é a principal causa de acufenos e que, quando relacionado com exposição ao ruído, estes eram quase sempre descritos como um som agudo. Este estudo evidenciou também uma correlação entre a elevação dos limiares auditivos e a intensidade dos acufenos, ou seja, quanto maior era o limiar auditivo identificado na Audiometria Tonal Simples, mais intensos eram os acufenos.<sup>17-19</sup>

## **Otoemissões Acústicas**

A cóclea normal não recebe apenas som, também produz sons de baixa intensidade chamados otoemissões acústicas (OEA). Estes sons são produzidos especificamente pela cóclea e, mais provavelmente, pelas CCE à medida que estas expandem e contraem. O objectivo primário da avaliação das OEA, é determinar o estado da cóclea, mais especificamente, a a função das células ciliadas. Esta informação pode ser usada para detetar uma possível PAIR e tem a vantagem de ser um método objetivo, ao contrário da audiometria tonal simples, que está sujeita ao testemunho do doente. Os 4 tipos de OEA são: OEA espontâneas em que são emitidos sons sem qualquer estímulo acústico e que estão presentes em mais de 30% da população, OEA evocadas transitoriamente em que são emitidos sons em resposta a um estímulo acústico de muito curta duração, OEA produto de distorção em que são emitidos sons em resposta a dois tons simultâneos de frequências diferentes e OEA de frequência contínua em que são emitidos sons em resposta a um tom contínuo. A presença de OEA indica uma boa função coclear.<sup>20,21</sup> Em suma, pode-se dizer que o funcionamento das CCE pode ser espelhado em OEA.<sup>22</sup> As OEA são um meio de diagnóstico e de acompanhamento frequentemente utilizado na PAIR.<sup>23</sup>

## Nível de pressão sonora e critérios de risco de lesão

O ruído é tipicamente medido com um medidor de pressão sonora em decibéis dB.<sup>24</sup> Esta medição é usada para indicar como é que um som é ouvido. Um nível de 0 dB é considerado como o valor a partir do qual cada pessoa começa a ouvir som, enquanto um sussurro a 1 metro equivale a cerca de 30 dB e um concerto de rock pode chegar aos 140 dB, como se pode verificar na tabela 1.<sup>25</sup> Um som começa a ser incomodativo para o sistema auditivo quando o nível desse som excede os 75-85 dB.<sup>26</sup> Um som pode causar perda auditiva permanente quando atinge intensidades de 130-140 dB num curto espaço de tempo ou quando há exposição sonora crónica de uma média de 85 dB por um período de 8 horas ou superior.<sup>27</sup>

A quantidade de som capaz de provocar dano coclear e subsequente perda auditiva está integrada nos critérios de risco de lesão que se baseiam no conceito de energia equivalente. Refere-se à energia sonora total recebida pela cóclea que é capaz de provocar lesão e perda auditiva. Tanto um som intenso apresentado por um curto espaço de tempo como um som menos intenso mas apresentado por um período superior vão produzir equivalente lesão auditiva. Um aumento de intensidade sonora de 3 dB está associado a uma duplicação da pressão sonora. Logo, por cada aumento de 3 dB de exposição sonora, o tempo de exposição terá de ser reduzido a metade de modo a distribuir uma energia sonora equivalente e segura. No entanto, como os níveis de ruído provavelmente flutuam ao longo do tempo de exposição, o aceite pela OSHA (Occupational Safety and Health Administration) é conhecido como a regra dos 5 dB. Ou seja, por cada aumento de 5 dB de intensidade sonora, o tempo de exposição tem de ser reduzido a metade. A NIOSH (National Institute of Occupational Safety and Health) mantém-se fiel aos 3 dB, estabelecendo que, para uma exposição sonora de 85 dB, o período de exposição máximo é de 8 horas.<sup>28</sup> Como visto, para cada critério de risco de lesão, o nível de exposição sonora permitida em função do tempo de exposição varia (80, 85 ou até 90 dB dependendo da entidade).<sup>29</sup> Na tabela 2 estão evidenciados os níveis sonoros e respetivos tempos de exposição permitidos para a NIOSH e para a OSHA.<sup>30</sup>

**Tabela 1 | Níveis de pressão sonora e respectivas fontes equivalentes no quotidiano<sup>25</sup>**

Decibel Level (dB)	Source	Typical Physical Response
0	Softest sound that can be heard	
10	Normal breathing	Barely audible
30	Whisper	Very quiet
50-65	Normal conversation	Quiet
80-85	City traffic noise	Annoying
95-110	Motorcycle	Very annoying
100	School dance, boom box	Very annoying
110	Busy video arcade	Very annoying
120	Nightclub	Can damage hearing after 15 minutes exposure per day
110-125	Stereo, personal music player	Can damage hearing after 15 minutes exposure per day
110-140	Rock concerts	Noise may cause pain and brief exposure can injure ears
150	Firecracker	Noise may cause pain and brief exposure can injure ears

**Tabela 2 | Níveis sonoros e respetivos tempos de exposição permitidos para a NIOSH e para a OSHA**

Sound levels and permissible exposure times		
Sound Levels (dBA)	Permissible Exposure Times (Hours)	
	Occupational Safety and Health Administration Standard	National Institute for Occupational Safety and Health Standard
85	16	8
88	—	4
91	—	2
90	8	—
94	—	1
95	4	3/4
97	3	1/2
100	2	1/4
103	—	1/8
105	1	—
110	1/2	—
115	1/4	—
120	1/8	—

## **Perda de Audição Induzida pelo Ruído**

A Perda de Audição Induzida pelo Ruído (PAIR) é um problema de relevo mundial que conduz a dificuldades de comunicação em indivíduos afetados e representa um importante fator de risco sócio-económico.<sup>31</sup> PAIR é a segunda causa mais comum de perda auditiva neuro-sensorial, apenas ultrapassada pela presbiacusia.<sup>24</sup> Apesar de vários detalhes sobre a sua etiologia estarem já identificados, os mecanismos específicos que levam ao desenvolvimento da PAIR foram apenas parcialmente descobertos. Dependendo do seu tipo, duração e intensidade, a sobre-exposição a ruídos elevados pode provocar danos ao ouvido, prejudicando a nossa capacidade para ouvir,<sup>32</sup> e podendo desencadear sintomas como acúfenos.<sup>33</sup> Foi demonstrado que alterações mecânicas, assim como distúrbios metabólicos induzidos por exposição sonora intensa, levam a PAIR.<sup>32</sup> O tipo de perda de audição associado à PAIR é o tipo neuro-sensorial, que consiste na patologia das células ciliadas e dos neurónios.<sup>34</sup>

Todos nós nascemos com um número fixo de células ciliadas cocleares, no entanto, estas não regeneram e o dano é irreversível. Atualmente, existe muita investigação com o objetivo de conseguir regenerar as células ciliadas, quer seja administrando hormonas de crescimento adequadas ou tentando ativar o processo de diferenciação celular.<sup>35-37</sup> No entanto, a realidade atual continua a constatar que, ao se perder células ciliadas através de exposição sonora, estas são perdidas para sempre.<sup>8</sup>

Os meios de diagnóstico e de monitorização mais utilizados para avaliar a PAIR são a Audiometria Tonal Simples (método subjetivo) e a avaliação das Otoemissões Acústicas (método objetivo).<sup>38</sup>

As principais características da PAIR são:<sup>39</sup>

1. É sempre neuro-sensorial
2. É quase sempre bilateral e simétrica
3. Apenas raramente colmatará numa perda profunda
4. Assim que a exposição sonora cesse, não progredirá
5. A taxa de perda auditiva diminui à medida que o limiar auditivo aumenta

6. A frequência de 4kHz é a mais severamente afectada e as frequências mais elevadas (3-6kHz) são mais afectadas que as frequências mais baixas (500Hz-2kHz)

7. Perdas máximas ocorrem tipicamente após 10-15 anos de exposição crónica

8. Ruído contínuo é mais lesivo que ruído intermitente

## **Trauma Acústico**

O trauma acústico refere-se à perda permanente e súbita de audição causada por uma exposição única e repentina a um som de grande intensidade como, por exemplo, uma explosão, que tem valores médios de 130-140 dB. A fisiopatologia envolvida é a força de cisalhamento direta às células sensoriais da cóclea provocada pela exposição ao som excessivamente intenso.<sup>40</sup>

## **PAIR associada aos tempos livres na juventude**

1 em cada 8 crianças e adolescentes nos EUA com idades entre os 6 e 19 anos já têm algum nível de perda auditiva.<sup>41</sup> A prevalência de perda auditiva adquirida aumentou nos últimos anos. A United States National Health and Nutrition Examination Survey constatou que a prevalência de adolescentes com perda auditiva aumentou 31% nas últimas 2 décadas desde 1988.<sup>42</sup>

Enquanto a prevalência do ruído ocupacional tem vindo a decrescer desde o início dos anos 80, a prevalência do ruído recreativo triplicou.<sup>43</sup> Esta maior incidência poderá ser explicada pelo aumento da exposição ao ruído recreativo, nomeadamente o frequentar de eventos musicais como concertos, festivais e discotecas. Ao praticarem estas atividades, os jovens expõem-se a níveis de pressão sonora elevados de aproximadamente 100-110 dB durante várias horas.<sup>41,43-45</sup>

Sabe-se que esta exposição causa perda auditiva. Este aumento de eventos musicais nos últimos anos deve-se em parte ao grande avanço tecnológico a nível de amplificação sonora.<sup>46,47</sup> Ao longo dos últimos 30 anos, o poder de amplificação economicamente acessível aumentou grandemente, traduzindo-se num risco aumentado de danos auditivos.<sup>48</sup>

Além da amplificação sonora, também o uso de leitores pessoais de música portáteis (LPMP) tem aumentado exponencialmente. Por exemplo, só em 2012, foram vendidas 245 milhões de unidades a nível mundial.<sup>49</sup> Os LPMP incluem hoje em dia

tanto leitores de MP3 como smartphones. Os mais recentes LPMP têm maior autonomia, maior capacidade de armazenamento e são capazes de reproduzir música a níveis elevados sem que haja distorção do som. Estas características permitem aos utilizadores de LPMP maiores exposições a ruído e a volumes mais elevados.<sup>38</sup>

Enquanto uma pessoa, em média, nasce com 16000 células ciliadas aproximadamente, entre 30-50% destas poderão ser danificadas ou destruídas sem que algum nível de perda auditiva seja detetável.<sup>7</sup> Existe, infelizmente, habilidade e meios limitados para detetar estágios iniciais de PAIR. Ou seja, quando o número de células ciliadas destruídas ou danificadas for suficiente para detetar uma PAIR, o dano já estará feito. A PAIR é irreversível e não poderá ser restaurada. Apesar destes factos, a PAIR é 100% prevenível, sendo fundamental investir na prevenção, especialmente na juventude.

Enquanto já existem regulamentos rígidos e legislação bem estipulados no que toca à exposição ocupacional ao ruído, a exposição ao ruído associado aos tempos livres está muito negligenciada e poucas medidas são tomadas para combater esta exposição excessiva, estando a prevenção a este nível, muito desfalcada.<sup>25</sup>

Ao contrário de trabalhadores no mundo ocupacional, os jovens frequentemente escolhem expor-se a ruídos elevados. Num estudo realizado em 2002, constatou-se que a maioria dos 700 adolescentes estudados frequentava discotecas e concertos musicais e verificou-se que, apesar de se sujeitarem a exposições sonoras superiores a 87 dB, 60% não considerava esses níveis como elevados e 71% experienciavam acufenos após frequentarem eventos musicais, além de que 11% apresentavam efetivamente perda auditiva.<sup>50</sup>

Alguns estudos reportando a prevalência de PAIR em crianças definiram PAIR como uma diferença de limiar auditivo de 15 dB entre as frequências 3000-6000 Hz e as frequências mais baixas.<sup>51,52</sup> Um desses, datado de 2001, foi um dos primeiros a estimar a prevalência de desvios do limiar auditivo induzidos pelo ruído em crianças nos EUA e indicou que 12-15% das crianças em idade escolar tinham défices auditivos atribuíveis a exposição sonora.<sup>51</sup> Muitos estudos de outros países incluindo Suécia, Reino Unido, França e China, encontraram evidências de presença de PAIR.<sup>53-58</sup>

Muitos estudos revelaram também que os adolescentes são muito propensos a se envolver em comportamentos auditivos de risco.<sup>59-61</sup>

Os danos auditivos provenientes de exposição sonora durante a infância podem não se manifestar completamente até ao fim da adolescência visto que os efeitos de

exposição sonora são cumulativos.<sup>8</sup> Os efeitos a curto prazo de exposição sonora perigosa podem não ser óbvios em exames audiométricos, mas os efeitos acumulados de tal exposição podem eventualmente causar défices auditivos. Esta demora poderá ser atribuída à redundância das células ciliadas cocleares.<sup>8,25</sup> Logo, a PAIR poderá não ser evidente durante a infância e adolescência, mas poderá se tornar cada vez mais notória a partir do fim da adolescência, como consequência de toda a exposição acumulada anteriormente.<sup>25,62</sup>

### **Atitudes e pontos de vista face ao ruído na adolescência**

A adolescência é um período associado a uma propensão acrescida para correr riscos e adotar comportamentos perigosos.<sup>63</sup> A maioria da exposição sonora por parte de adolescentes no mundo ocidental é causada por comportamentos baseados na participação voluntária em atividades em que música é reproduzida a volumes muito elevados.<sup>25</sup>

Sintomas auditivos, como acufenos, estão associados a atitudes de menor tolerância face ao ruído. No entanto, apenas acufenos permanentes, e não aqueles apenas experienciados temporariamente após exposição a ruído elevado, revelaram ter algum impacto face à utilização de proteção auditiva. Uma possível explicação poderá ser o facto de a exposição sonora durante um concerto poder mascarar e atenuar os acufenos experienciados.

Acufenos temporários e dor nos ouvidos como consequência da exposição sonora durante concertos, estão associados a atividades divertidas e podem ser interpretados por adolescentes como sendo uma consequência natural e banal dessa exposição nesse contexto de divertimento. Logo, estes sintomas não irão ser considerados perigosos e não suscitarão qualquer comportamento protetor face ao ruído.<sup>64</sup> Num estudo feito com 238 estudantes, 58% concordaram com a seguinte frase “Apesar de os meus ouvidos zumbirem após uma atividade social, o zumbido desaparece e eu sinto que não tenho nada com que me preocupar”.<sup>65</sup> Num estudo efetuado com 180 adolescentes que frequentavam concertos, apenas 2.5% afirmaram usar proteção auditiva 100% das vezes. Dois terços desses adolescentes referiram nunca ter usado qualquer proteção auditiva.

Uma explicação para esta renitência reside no facto dos adolescentes basearem-se mais em normas sociais, nomeadamente o comportamento dos seus pares. Além disto, o uso de proteção está também associado a desconforto. As decisões no que toca



ao uso de proteção auditiva são afetadas por múltiplos fatores como o gênero, condições socioeconômicas (CSE), normas sociais, regulamentos e contexto cultural.<sup>64</sup> Indivíduos com CSE mais baixas aparentam ter atitudes mais toleráveis face ao ruído quando comparados com indivíduos com CSE mais altas. Também se verificou que as CSE têm um impacto maior no início da adolescência e que este impacto decresce com o avançar da idade. CSE mais baixas coincidiam também com maior renitência em relação ao uso de proteção auditiva face a CSE mais altas. É plausível concluir que as CSE têm influência tanto nas atitudes como no comportamento dos adolescentes, sendo uma variável a ter em conta em medidas preventivas.<sup>63</sup>

O gênero aparenta também ter uma grande influência no comportamento e atitudes face ao ruído, no sentido em que adolescentes do sexo masculino foram associados a comportamentos de maior risco em relação à sua saúde quando comparados com o sexo feminino, refletindo-se numa maior propensão à exposição sonora perigosa e atitudes perigosas e desafiantes.<sup>64</sup>

Não é suficiente tentar mudar as atitudes e comportamentos de um indivíduo. De modo a mudar as atitudes e comportamentos individuais dos adolescentes face ao ruído, é necessário incidir nas normas sociais e na maneira como estes fazem o julgamento de riscos para a saúde, recorrendo também a leis e regulamentos, e implementação de valores familiares face ao ruído. Não devemos incidir diretamente no indivíduo mas sim na sua base de sustentação e nas suas referências.<sup>63</sup>

## **Fatores de risco modificáveis e não modificáveis na PAIR**

Em relação aos fatores de risco não modificáveis para a PAIR, destacam-se a idade, a genética, o gênero e a raça. Apesar da idade, nomeadamente a presbiacusia, ser o principal fator de risco inevitável conducente à PAIR, esta não tem relevância neste estudo visto que o foco principal é a juventude.<sup>25</sup>

No que toca à genética, estudos revelaram que existem diferenças consideráveis de suscetibilidade face ao ruído na PAIR entre indivíduos, entre os ouvidos direito e esquerdo e entre diferentes períodos do dia, indicando a possibilidade de variabilidade genética em resposta à exposição sonora.<sup>66</sup>

Em relação ao gênero, como já afirmado anteriormente, parece haver uma maior prevalência de sinais de PAIR em jovens do sexo masculino quando comparados com jovens do sexo feminino, devendo-se possivelmente ao tipo de atividades adotadas pelos rapazes.<sup>51</sup> Também foi verificado que a diferença racial poderá ter influência na

PAIR. Um estudo determinou que indivíduos não brancos sofriam um maior grau de perda auditiva.<sup>67</sup>

Passando aos ricos modificáveis, podem-se identificar vários, nomeadamente o não uso de proteção auditiva, o tabaco, o sedentarismo, maus hábitos alimentares, a presença de diabetes ou doença vascular e a má higiene oral.<sup>25</sup> O não uso de proteção auditiva será abordado mais à frente nesta revisão.

A hipótese de que fatores que influenciem a microcirculação do órgão de Corti possam levar a perda auditiva é plausível pois o órgão de Corti possui um fluxo sanguíneo considerável e a perda auditiva está relacionada com um decréscimo local circulatório juntamente com a formação de radicais livres, podendo-se assim explicar a influência de diabetes, sedentarismo, maus hábitos alimentares ou doença vascular na PAIR.<sup>68</sup>

Já foi verificado que o tabaco tem um efeito sinérgico quando combinado com a exposição sonora que aumenta as probabilidades de adquirir PAIR.<sup>69</sup> Isto pode ser explicado possivelmente pelo processo inflamatório generalizado resultante do tabaco que pode também afetar o ouvido interno.<sup>68</sup>

Foi já identificada uma relação entre a perda de dentes e a perda auditiva.<sup>70,71</sup> Acredita-se que a razão para esta relação seja a menor atividade muscular do palato na trompa de Eustáquio consequente da perda de dentes.<sup>71</sup>

Apesar da maioria destes fatores de risco modificáveis constituírem já um problema de saúde pública, acrescentar a sua relação com a perda auditiva em campanhas preventivas dos mesmos culminará num motivo adicional muito importante para aumentar ainda mais a sensibilização da população face a estes problemas, especialmente a população jovem.

### **Consequências do ruído não relacionadas com a PAIR e consequências sociais da PAIR nos jovens**

O ruído tem outras consequências para além da PAIR.<sup>70</sup> Estas incluem desenvolvimento cognitivo inadequado e problemas na aprendizagem em crianças. Casas e ambientes barulhentos podem impedir o desenvolvimento cognitivo e da linguagem adequado. Muitos estudos demonstram que crianças que habitam em casas ou frequentam escolas perto de áreas barulhentas como aeroportos, têm capacidades de leitura reduzidas.<sup>7</sup> Para serem bem sucedidos academicamente, os estudantes necessitam de locais de estudo e aprendizagem silenciosos.<sup>25</sup>

É importante salientar que perdas ligeiras de audição podem não ser imediatamente aparentes numa criança. É comum que uma criança com desvios do limiar auditivo normais tenha dificuldades em perceber o discurso. Numa criança com PAIR, o grau desta será provavelmente ligeiro a moderado, ao invés de grave e profundo. No entanto, tal perda poderá mesmo assim ser uma barreira a uma comunicação adequada, especialmente em ambientes ruidosos como uma sala de aula.

Em adolescentes, dificuldades na comunicação podem levar a isolamento social e até já foram relatados casos de suicídio.<sup>8</sup>

### **Discotecas ou espaços de diversão noturna e concertos**

Frequentar discotecas é uma das atividades de lazer mais populares entre jovens em países ocidentais.<sup>72</sup> Apesar de níveis musicais superiores a 85 dB serem considerados perigosos no que toca a PAIR, os níveis médios de som a que os jovens estão sujeitos em espaços de diversão noturna encontram-se entre os 104 e os 112 dB.<sup>41</sup> A estes níveis, apenas alguns minutos de exposição poderão causar perda auditiva permanente, especialmente quando se está perto da fonte sonora.<sup>38</sup>

Com o desenvolvimento e melhoria do equipamento de amplificação, o som pode ser reproduzido a níveis cada vez mais elevados sem que haja distorção. Os concertos de rock e discotecas podem atingir picos de intensidade sonora de até 120-130 dB<sup>47</sup> e vários estudos demonstraram que os níveis de intensidade sonora atingiam frequentemente e com facilidade valores superiores a 100 dB.<sup>73-75</sup> Este valor é considerado perigoso para exposições superiores a 15 minutos.<sup>47</sup>

Num estudo realizado a 700 adolescentes e jovens adultos, foi determinado que a maioria frequentava com regularidade discotecas e concertos. Os autores verificaram que, enquanto os sujeitos ao estudo eram tipicamente expostos a sons que excediam os 87 dB, aproximadamente 60% não consideravam essa exposição como sendo elevada. Apesarem de não considerarem os níveis de exposição elevados, 71% experienciavam acufenos e 11% apresentavam perda auditiva após participarem num evento musical.<sup>50</sup> Um questionário realizado num web site revelou que a maioria dos adolescentes não consideravam a perda de audição uma grande preocupação. Isto apesar do facto de cerca de 60% terem experienciado perda de audição temporária ou acufenos enquanto frequentavam concertos ou espaços de diversão noturna.<sup>76</sup> Foi efetuado um estudo em que se perguntou na fila para um concerto de rock, se alguma vez tinham experienciado acufenos, ao que 84.7% responderam que sim.<sup>77</sup>

## Leitores Pessoais de Música Portáteis

O grande aumento na popularidade de LPMP aumentou dramaticamente a exposição a níveis de som elevados.<sup>38,60,78</sup> Vários estudos reportaram que números crescentes de adolescentes e jovens adultos experienciam sintomas indicativos de má audição como acufenos ou desvios do limiar auditivo.<sup>51,76,79</sup>

Apesar de existirem valores diferentes de volumes médios reproduzidos e duração de reprodução, vários estudos indicam que a intensidade máxima de volume reproduzível por um LPMP pode chegar aos 110 dB e que o nível sonoro utilizado era, em média, superior a 85 dB com um tempo de exposição médio de duas a três horas diárias. Considerando os critérios de risco de lesão, os LPMP poderão reproduzir música a níveis suficientemente elevados para potencialmente provocarem PAIR se a exposição for também elevada.<sup>47</sup> No entanto, a maioria dos estudos efetuados revela que as durações e intensidades reproduzidas pela maior parte dos utilizadores são inferiores aquelas necessárias para causar dano.<sup>80,81</sup>

É estimado que 5-10% de utilizadores de LPMP poderão eventualmente desenvolver alguma forma permanente de perda auditiva após anos de uso.<sup>38</sup> Tendo em conta que centenas de milhões de LPMP são vendidos anualmente, mesmo que apenas uma pequena percentagem de utilizadores adotem comportamentos e definições de reprodução de risco, isto poderia potencialmente pôr em risco milhões de pessoas traduzindo-se num grande problema de saúde pública.<sup>60,82</sup>

Comparado com não utilizadores, utilizadores de LPMP revelaram evidência de dano nas CCE<sup>83-85</sup> e limiares auditivos desviados para frequências altas.<sup>56,57,86</sup> Atualmente, o uso de LPMP poderá ser o mais importante fator de risco para PAIR associada a música na juventude. A rápida evolução da tecnologia digital levou à produção de novos LPMP em que a qualidade do som a maiores volumes é muito melhor, porque o som deixou de ser distorcido. Os mais recentes têm maior tempo de bateria e maior capacidade de armazenamento, possibilitando tempos de reprodução muito mais elevados e potencialmente perigosos se forem usados volumes elevados.<sup>38</sup>

O facto de hoje em dia os LPMP estarem equipados com melhores auriculares, faz com que a dispersão do som seja quase ausente, fazendo com que os LPMP possam ser reproduzidos a volumes perigosos sem que outras pessoas sejam perturbadas.<sup>38,87</sup> O uso de auscultadores auriculares ou earbuds aumenta o volume de reprodução em 5.5 dB em relação a outros tipos que isolam melhor o som.<sup>38</sup> Em ambientes barulhentos, é muito provável que se escolham definições de volume elevadas que, durante longos

períodos de reprodução, pode ser potencialmente perigoso.<sup>88</sup> Por exemplo, se um jovem estiver a ouvir música numa zona em que um cortador de relva, que é capaz de produzir 94 dB de ruído, está em funcionamento, a intensidade do volume do LPMP terá de ser aumentada para mais de 94 dB de maneira a tornar a música audível, limitando o tempo de exposição considerado seguro tremendamente.<sup>30</sup>

Existem vários comportamentos de risco associados ao uso de LPMP como aumentar o volume após um DTLA, usar auscultadores auriculares (ou earbuds) que não isolam o ruído de fundo ou o simples fato de reproduzir o LPMP a níveis de som elevados. Existem também comportamentos protetores como reduzir o volume de reprodução, fazer pausas entre as reproduções ou usar os limitadores de som presentes em alguns LPMP.<sup>61</sup>

Num estudo realizado em 2012 foi verificado que estudantes do sexo masculino ouviam os seus LPMP a volumes aproximadamente 5 dB superiores comparados com estudantes do sexo feminino. Este achado está de acordo com outros estudos realizados que demonstraram o mesmo padrão em estudantes<sup>60,89</sup> e jovens adultos.<sup>81,90,91</sup> Os volumes de reprodução superiores por parte de jovens do sexo masculino foram atribuídos à maior tendência deste sexo em assumir comportamentos de risco.<sup>92</sup> Outro estudo realizado em 2009, que também constatou que os rapazes reproduziam os seus LPMP a volumes elevados com mais frequência que as raparigas, constatou também que estas usam LPMP com mais frequência. Isto significa que ambos os sexos têm potencialmente comportamentos de risco face à PAIR.

Foi também verificado neste estudo que, jovens que não habitavam com ambos os pais tinham maiores comportamentos de risco. Os resultados deste estudo demonstraram que os adolescentes adotam mais comportamentos de risco do que comportamentos protetores.<sup>61</sup>

## **Tipos de auriculares e auscultadores e a sua correlação com o ruído de fundo**

Existem vários tipos de auriculares e auscultadores com diferentes características. Auscultadores auriculares ou earbuds (AA) são o tipo mais comum de auriculares e vêm normalmente incluídos com os LPMP por serem economicamente muito acessíveis (figura 4 à esquerda). Auscultadores intra-auriculares ou in-ear (AIA) são auscultadores que são inseridos no canal auditivo de modo a conferir um melhor isolamento do ruído de fundo (figura 4 à direita). Auscultadores circumaurais ou over-

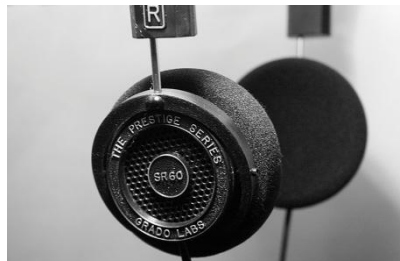
ear (ACM) são auscultadores que cobrem toda a orelha (figura 5). Por fim, os auscultadores supra-aurais ou on-ear (ASA) são auscultadores que pressionam contra a orelha em vez de à sua volta, sendo mais pequenos que os ACM e isolando menos o ruído de fundo que estes (figura 6).<sup>93</sup>



**Figura 4 | Auscultadores auriculares ou earbuds (à esquerda); Auscultadores intra-auriculares ou in-ear (à direita)**<sup>95</sup>



**Figura 5 | Auscultadores circumaurais ou over-ear**<sup>93</sup>



**Figura 6 | Auscultadores supra-aurais ou on-ear**<sup>93</sup>

Como referido em cima, pode-se assumir que o uso de LPMP na presença de ruído de fundo vai levar a um aumento dos níveis de volume preferenciais (NVP) por parte do utilizador. Uma potencial solução para o aumento de NVP na reprodução de LPMP neste contexto, será o uso de auriculares que façam com que o barulho de fundo que chega aos nossos ouvidos seja atenuado.

Já foi demonstrado que o uso de AIA provoca uma diminuição dos NVP por parte dos utilizadores na presença de ruído de fundo.<sup>91,94</sup> No entanto, a maioria dos utilizadores de LPMP utilizam AA que normalmente estão incluídos com os leitores.

Um estudo realizado com 100 estudantes verificou também que a atenuação do ruído de fundo providenciada pelos AIA permitia que estes utilizassem NVP inferiores comparado com o uso de AA na presença de ruído de fundo.<sup>91</sup> Outro estudo verificou que, quando comparados com o uso de AA, o uso de ACM também propiciava a que NVP menos elevados fossem usados na presença de ruído de fundo, estando o uso de ASA numa posição intermédia entre estes dois tipos de auscultadores.<sup>94</sup>

Como alternativa ao uso único de AA, é também sugerido que, de forma provisória, se utilize proteção auditiva circumaural em adição ao uso de AA, tendo sido demonstrado que também este método permite atenuar o ruído de fundo propiciando NVP mais baixos.

Nas tabelas 3 e 4, podemos observar os resultados de um estudo realizado com o objetivo de verificar se, ao adicionar proteção auditiva circumaural (figura 7) ao uso de AA se conseguiria de fato atingir NVP inferiores por parte dos utilizadores de LPMP em comparação com o uso único de AA na presença de ruído de fundo. Outro objetivo do estudo era perceber como variavam os NVP conforme o ruído de fundo fosse direcional, ou seja, com uma única fonte sonora, ou se o ruído de fundo tivesse várias fontes sonoras, mimetizando um ruído de fundo ambiente como um transporte público lotado. Ou seja, o ruído de fundo poderia ser proveniente de uma única coluna, colocada à esquerda do testado, ou de 4 simetricamente dispersas. O ruído de fundo foi reproduzido a 80 dB em três diversas ocasiões, ou seja, com uma fonte sonora (N-ONE), com quatro fontes sonoras (N-ALL) e sem nenhuma fonte sonora (Q) e, consequentemente, sem ruído de fundo. Os testes foram realizados com AA, AIA e com AA em conjunto com a proteção auditiva circumaural em 24 jovens adultos, 13 do sexo masculino e 11 do sexo feminino. A intensidade do volume foi medida no canal auditivo externo (Ear Canal) e foi também calculada a medida chamada “campo livre” (Free Field) de modo a compensar a ressonância do canal auditivo, subtraindo a mesma. Os resultados demonstraram que os testados do sexo masculino utilizavam NVP mais elevados que os testados do sexo feminino. Não se verificou uma grande diferença nos NVP utilizados com uma ou com quatro fontes sonoras.

Em suma, os testados aumentaram significativamente os NVP quando sujeitos a ruído de fundo, mas aumentaram os NVP significativamente menos quando usando um dos métodos que atenuava o ruído de fundo, nomeadamente os AIA ou os AA combinados com proteção auditiva circumaural, quando comparado com o uso único de AA em que não é propiciado qualquer nível de atenuação. Quanto maior a atenuação do ruído de fundo, menos elevados serão os NVP utilizados, e o uso combinado de AA com uma proteção auditiva circumaural será uma alternativa credível ao uso de AIA.<sup>95</sup>

**Tabela 3 | Níveis médios (em dB) de som medidos no canal auditivo externo e em campo livre para cada condição de ruído, para cada tipo de dispositivo de audição e para cada sexo<sup>95</sup>**

			Earphone Types					
			Earbuds		CanalPhones		Earbuds+HPDs	
Noise Condition	Q	Sex	Ear Canal	Free Field	Ear Canal	Free Field	Ear Canal	Free Field
	<b>Q</b>	Male	79.7 (15.5)	73.3 (14.9)	77.5 (15.5)	72.9 (15.1)	76.3 (14.8)	68.5 (14.1)
		Female	70.7 (9.5)	62.2 (8.4)	66.3 (10.0)	62.2 (8.4)	70.2 (10.8)	61.3 (10.2)
	<b>N-ALL</b>	Male	91.7 (10.5)	84.4 (10.1)	85.7 (10.9)	81.1 (10.5)	79.6 (16.4)	73.3 (16.3)
		Female	88.0 (7.0)	80.1 (6.6)	80.1 (7.7)	74.4 (6.2)	76.3 (11.2)	69.0 (10.9)
	<b>N-ONE</b>	Male	90.4 (11.0)	83.5 (10.9)	86.8 (10.5)	81.8 (9.3)	83.5 (17.3)	77.3 (17.2)
		Female	84.3 (2.1)	77.4 (1.7)	78.1 (7.6)	73.1 (6.7)	75.6 (8.6)	65.3 (8.7)

**Tabela 4 | Níveis médios (em dB) de som medidos no canal auditivo externo para cada condição de ruído e para cada tipo de dispositivo de audição<sup>95</sup>**

		Earbuds	CanalPhones	Earbuds+HPD
<b>N-ONE</b>	Right	78.2 (5.8)	70.9 (4.5)	62.9 (5.5)
	Left	85.6 (4.7)	76.7 (4.4)	67.6 (5.2)
	Avg.	81.9	73.8	65.3
<b>N-ALL</b>	Right	82.4 (5.0)	73.9 (5.4)	66.2 (3.6)
	Left	81.6 (2.6)	73.3 (5.2)	64.9 (3.6)
	Avg.	82	73.6	65.6



**Figura 7 | Proteção auditiva circumaural<sup>95</sup>**

## Proteção auditiva e suas barreiras

Apesar de a proteção auditiva reduzir os riscos associados à exposição a ruídos elevados, muitos não a usam, especialmente adolescentes. Vários estudos demonstraram que mesmo quando há a consciência e percepção dos riscos de exposição sonora, há uma grande relutância ao uso de proteção auditiva.<sup>77,96</sup> As razões incluem o desconforto, design, falta de conhecimento em relação à PAIR e a pressão dos pares.



Estas barreiras ao seu uso constituem um fator de risco no que toca à PAIR.<sup>77</sup> Foi determinado que a maioria da população não está suficientemente consciencializada face aos perigos do ruído, contribuindo para a não adesão à proteção auditiva. Foi constatado que indivíduos que se expõem a ruídos elevados no seu tempo de lazer terão uma probabilidade menor de considerar que proteção auditiva é necessária.<sup>25</sup>

Para alguns indivíduos, as desvantagens de usar proteção auditiva são superiores aos motivos para a usar. As decisões por parte dos adolescentes de usar proteção auditiva regem-se maioritariamente em normas sociais, ou seja, ter em conta o que os seus pares fazem, e nas supostas desvantagens do seu uso do que no conhecimento do potencial efeito prejudicial que volumes elevados possam ter na sua audição.<sup>64</sup> Num questionário realizado num web site, apenas 16% dos participantes afirmou ter qualquer tipo de educação em relação a saúde auditiva, mas 59% revelou que seria muito mais provável que usassem proteção auditiva se um médico ou enfermeiro os encoraja-se a tal de modo a proteger a sua audição.<sup>76</sup>

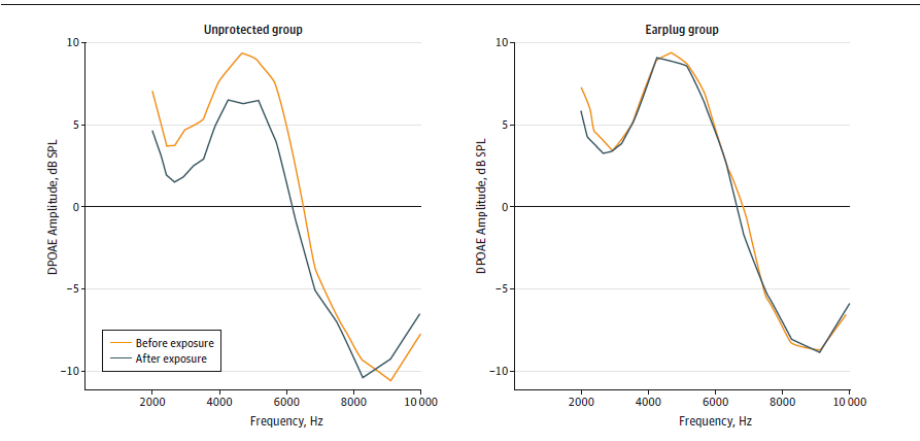
Foi realizado um estudo com o objetivo de avaliar a eficácia do uso de proteção auditiva na prevenção de perda auditiva temporária imediatamente após exposição sonora. Este foi feito num concerto em Amsterdão num festival de música ao ar livre com uma duração de 4,5 horas e uma exposição sonora média de 100 dB. Contou com 51 participantes em que 25 utilizaram proteção auditiva e 26 não usaram. Foram avaliados os DTLA, OEA produto de distorção e a presença de acufenos antes e depois do festival.

Os resultados verificaram que o número de participantes com DTLA e acufenos foi significativamente mais baixo no grupo que usou proteção auditiva quando comparado com o grupo não protegido. Além disso, houve um maior decréscimo significativo na amplitude das OEA produto de distorção no grupo não protegido comparado com o grupo protegido, como se pode observar na figura 8. Este estudo evidencia que o uso de proteção auditiva é eficaz na prevenção de perda auditiva temporária durante a exposição a elevados níveis de ruído recreativo. Logo, o uso de proteção auditiva deveria ser promovido e encorajado na prevenção de PAIR. Este estudo foi realizado em Setembro de 2015, e os autores verificaram, apesar de tudo, uma aparente melhoria na receptividade ao uso de proteção auditiva.<sup>97</sup>

De uma maneira geral no âmbito da proteção auditiva podemos ter tampões ou proteção auditiva circumaural. Tampões de boa qualidade podem propiciar uma atenuação sonora de 25-30 dB enquanto que a proteção auditiva circumaural pode ser

responsável por uma atenuação sonora de aproximadamente 30 dB. O uso combinado de ambos faculta uma atenuação de 60 dB.<sup>8</sup>

Na figura 9 podemos verificar o tempo de exposição sonora permissível com e sem proteção auditiva para atividades recreativas e ocupacionais comuns.<sup>30</sup>



**Figura 8 | Amplitude das OEA produto de distorção no grupo não protegido (à esquerda) comparado com o grupo protegido (à direita)<sup>97</sup>**

Permissible exposure times with and without hearing protection with Etymotic Research ETY plugs associated with common recreational and occupational activities			
Noise Source	Sound Levels (dBA)	Permissible Exposure without Protection	Permissible Exposure with ETY Plugs
Conversation	60	Indefinite	—
Noisy restaurant/vacuum/average factory	80-85	40 hours	Safe
Circular saw/loud party/motor cycle	88	20 hours	Safe
Subway/riding mower	94	5 hours	Safe
Live band	97	2.5 hours	40 hours
Sporting event/chain saw/snowmobile	100	1.25 hours	20 hours
Blues bar/rock concert	112	5 minutes	1.25 hours
Ambulance siren	115	2.5 minutes	36 minutes
Jet engine/gun shot/firecracker	140	Instant loss	*

**Figura 9 | Tempo de exposição sonora permissível com e sem proteção auditiva para atividades recreativas e ocupacionais comuns<sup>30</sup>**

### Discussão e propostas de prevenção

Aparentemente, houve um grande aumento na PAIR entre crianças e adolescentes. Ao contrário do contacto ocupacional com o ruído, muitos jovens expõem-se voluntariamente a níveis elevados de ruído através de LPMP, concertos

barulhentos ou espaços de diversão noturna. O modo mais eficaz para diminuir a incidência de PAIR na população jovem é reduzir a exposição a níveis elevados de ruído diminuindo o volume de qualquer que seja a fonte, evitar a fonte, ou utilizar proteção auditiva. Infelizmente, e apesar de serem soluções tão simples, muitos jovens não estão dispostos a adotar nenhuma delas. Muitos jovens acreditam que a música é realçada quando reproduzida a volumes elevados.<sup>50</sup> Em relação à proteção auditiva, como já referido, existem muitas barreiras à sua adoção.

Esta revisão permitiu concluir que não devemos incidir diretamente no indivíduo, mas sim na sua base de sustentação e nas suas referências. Um grande problema observado foi a falta de consciencialização face à PAIR associada aos tempos livres por parte da população, tanto dos jovens como dos pais. Há uma grande lacuna no que toca à informação da PAIR no geral, que culmina numa falta de ação e precaução face à exposição ao elevado ao ruído recreativo. É necessário consciencializar a população que a perda auditiva é uma lesão irreversível e que pode ter consequências graves. Uma vez perdida a audição para uma certa frequência, esta não voltará mais. Pelo menos no panorama atual em que não à qualquer solução ou maneira de reverter a perda de CCE. Felizmente, e apesar de ser irreversível, a PAIR é 100% prevenível, e é na prevenção que têm de ser concentrados todos os esforços, sendo o alvo principal a consciencialização e a maior e melhor divulgação de informação relacionada com a PAIR e as suas consequências.

Programas de conservação auditiva com o objetivo de prevenir a perda auditiva já existem no campo ocupacional. No entanto, no campo recreativo são quase inexistentes. Educação, treino, testes audiométricos, avaliação da exposição, proteção auditiva e medidas de controlo do nível de ruído, quando concretizáveis, são todos componentes de um programa de conservação auditiva ocupacional. Face às evidências atuais em relação à maior incidência de PAIR associada aos tempos livres nos jovens, é fundamental que iguais esforços sejam exercidos no âmbito recreativo. Vários estudos avaliaram a eficácia de programas de conservação auditiva e determinaram que estes melhoram significativamente o conhecimento e têm efeitos positivos no comportamento face ao ruído.<sup>76,98</sup> Além destes, outros estudos demonstraram que um número significativamente maior de estudantes passou a usar proteção auditiva após serem sujeitos a programas de conservação.<sup>99</sup> Enquanto os benefícios de programas de conservação auditiva são claros, poucas escolas ou nenhuma os adotam. Da mesma maneira que se investe na consciencialização em relação a vários problemas de saúde

pública como o tabagismo ou a obesidade, deve-se considerar um investimento no âmbito da PAIR, incidindo nas escolas desde cedo e nos pais. Estratégias como a integração da conservação e prevenção auditiva dentro de programas de educação de saúde já existentes ou nas aulas de ciência. Uma medida a considerar será a de relacionar os fatores de risco modificáveis referidos nesta revisão como a diabetes, o sedentarismo, o tabagismo ou maus hábitos alimentares com a perda de audição, adicionando assim mais um fator negativo importante associado a estes hábitos com o objetivo de consciencializar e motivar ainda mais a adoção de estilos de vida saudáveis. Outro fator a ter em conta é o de terem sido identificados grupos de risco como por exemplo, sujeitos do sexo masculino, o que poderá direcionar melhor os esforços preventivos. Outro grupo que deveria ser mais sensibilizado para este problema é o grupo dos profissionais de saúde. Estes têm grande credibilidade dentro da população e deveriam incluir informações relativas à consciencialização e prevenção da PAIR nos seus conselhos. O nível socioeconómico também revelou ter influência nas atitudes e pontos de vista face ao ruído, sendo que níveis socioeconómicos mais elevados estavam associados a atitudes e comportamentos menos perigosos e a maior tolerância perante medidas de prevenção como a proteção auditiva.

No contexto dos programas de conservação auditiva, poderiam ser criados web sites com o objetivo de educar crianças no início da idade escolar através de jogos educacionais com informações sobre os perigos do ruído e a instrução de estratégias de prevenção e comportamentos protetores face ao mesmo, ou simplesmente a exposição lúdica desta informação, contribuindo para uma consciencialização cada vez mais precoce e para uma divulgação mais cativante da PAIR associada aos tempos livres.

É fundamental investir na prevenção com o objetivo principal de consciencializar a população e informar para os perigos da PAIR associada aos tempos livres, visto que foi constatado através desta revisão que a população, em especial os jovens, não está devidamente informada no que toca à PAIR, às suas consequências e como prevenir. No geral, a PAIR associada aos tempos livres, não é levada a sério.

Foi também verificado que alguns estudos apontam para que não haja uma grande relação entre o ruído recreativo e a PAIR. No entanto conclui-se que isto poderá em parte ser explicado pela dificuldade que há em testar e avaliar a PAIR em atividades recreativas em que é difícil conjugar a avaliação subjetiva e objetiva de testes audiométricos em locais em que tais atividades estão a ocorrer, além de que existem outras variáveis que contribuem para a difícil avaliação dos sujeitos destas atividades

como o consumo de álcool ou de até de drogas, e o próprio facto de estarem a participar numa atividade lúdica em que facilmente se distraem dos objetivos propostos nos diferentes estudos. Outro importante fator que pode explicar esta falta de evidência em certos estudos é o fato da PAIR ser uma condição cumulativa e que pode demorar vários anos a se manifestar. Isto é explicado em parte pela redundância das CCE, ou seja, pelo fato de, quando nascemos, termos mais CCE do que aquelas que precisamos fazendo com que para que seja possível identificar alguma perda auditiva seja necessário que entre 30-50% destas sejam danificadas ou destruídas. Por fim, o fato da PAIR associada aos tempos livres estar relacionada com o avanço da tecnologia em termos de amplificação evidencia que é um problema relativamente recente e que ainda não teve a preocupação e o investimento devidos.

No que toca a propostas de prevenção mais específicas no âmbito das atividades recreativas com maior adesão por parte dos jovens, nomeadamente o uso de LPMP, e a participação em concertos e frequência de espaços de diversão noturna, o campo mais crucial a incidir seria em termos de legislação, nomeadamente limitar os níveis de volume para valores mais seguros. No exemplo da PAIR ocupacional, as rígidas leis implementadas nas últimas décadas com o objetivo de proteger a audição dos trabalhadores revelou ser eficaz, apoiando-se sempre nos critérios de risco de lesão para determinar valores de intensidade sonora e tempos de exposição permissíveis, permitindo uma diminuição da incidência de PAIR ocupacional. Este passo deve ser tomado agora em relação ao âmbito recreativo. No entanto isto revela-se ser muito difícil pois há uma grande relutância por parte da indústria do entretenimento em, por exemplo, reduzir a intensidade do volume em eventos como concertos e festivais.

Em relação aos LPMP, deve-se incentivar o uso de auscultadores que isolem o ruído de fundo como os AIA ou os auscultadores circumaurais que permitem que sejam selecionados NVP mais reduzidos e menos perigosos. Ainda no âmbito da legislação, poderia ser sugerido às empresas de LPMP que impusessem um limite inalterável de intensidade de som reproduzível por parte dos seus dispositivos que respeitasse os critérios de risco de lesão. Apesar de já existirem alguns dispositivos que avisam e aconselham em relação a volumes ideais, estes podem ser facilmente aumentados pelo utilizador para valores prejudiciais. Por fim, no caso das crianças, poderia ser desenvolvida uma aplicação que permitisse aos pais estabelecerem um limite de som reproduzível pelo dispositivo em que apenas estes o poderiam alterar através de uma

palavra-passe, tornando mais difícil a adoção de comportamentos de risco por parte de crianças, nomeadamente a seleção de volumes sonoros prejudiciais.

A proposta de prevenção nos concertos e festivais, e nos espaços de diversão noturna seria, acima de tudo, promover e incentivar o uso de proteção auditiva, combatendo as barreiras ao uso da mesma. Como verificado nesta revisão, o uso de proteção auditiva atenua significativamente a PAIR. Além disto, já que se revela tão difícil que o volume nestes eventos seja reduzido, melhores medidas poderiam ser implementadas em relação às fontes sonoras nestes eventos, nomeadamente as colunas. Deveriam ser estabelecidos maiores perímetros de segurança de modo a promover uma maior distância e mais segura entre a fonte sonora e os participantes destes eventos. Poderiam ser feitos também mais estudos no que toca à disposição das colunas de maneira a que o som não fique tão concentrado e de maneira a não serem necessários níveis de volume tão elevados. Por fim, especificamente em relação a espaços de diversão noturna, deveria ser implementada a necessidade de haver um espaço de convívio dentro das discotecas que tivesse níveis de exposição sonora reduzidos de modo a permitir que os participantes pudessem fazer pausas, descansando assim a sua audição e diminuindo a agressividade da exposição sonora a que normalmente estão sujeitos.

Deve ser feito também um maior investimento na investigação de melhores métodos de deteção de perda de audição que permitam que esta consiga ser detetada mais facilmente e mais precocemente através de programas de conservação auditiva em escolas, por exemplo.

## **Conclusão**

A PAIR associada aos tempos livres na juventude aparenta ser um importante problema de saúde pública, sendo uma área com muitos pormenores a melhorar e muitas medidas a tomar, tendo como palavras-chave e focos a consciencialização, prevenção e fornecimento de informação à população, especialmente aos jovens, de modo a que se possa cada vez mais combater uma causa que, apesar de irreversível é, felizmente, 100% prevenível.

## Bibliografia

1. Hudspeth, a J. How the ear's works work. *Nature* **341**, 397–404 (1989).
2. Dallos, P. in *The Cochlea* **8**, 1–43 (1996).
3. Liberman, M. C. & Kiang, N. Y. Single-neuron labeling and chronic cochlear pathology. IV. Stereocilia damage and alterations in rate- and phase-level functions. *Hear. Res.* **16**, 75–90 (1984).
4. Yamane, H. *et al.* The Emergence of Free-Radicals after Acoustic Trauma and Strial Blood-Flow. *Acta Otolaryngol.* 87–92 (1995).
5. Groves, A. K. The challenge of hair cell regeneration. *Exp. Biol. Med. (Maywood)*. **235**, 434–446 (2010).
6. Goutman, J. D., Elgoyhen, A. B. & Gomez-Casati, M. E. Cochlear hair cells: The sound-sensing machines. *FEBS Lett.* **589**, 3354–3361 (2015).
7. Bronzaft, A. L. The Increase in Noise Pollution: What Are Health Effects? *Nutr. Heal. Rev.* **78**, 2–7 (1996).
8. Harrison, R. V. Noise-induced hearing loss in children: A 'less than silent' environmental danger. *Paediatr. Child Health (Oxford)*. **13**, 377–382 (2008).
9. Joe Walter Kutz, Jr, MD, F. Audiology Pure-Tone Testing. *eMedicine* (2016). Available at: <http://emedicine.medscape.com/article/1822962-overview>.
10. Liberman, M. C. & Dodds, L. W. Single-neuron labeling and chronic cochlear pathology. III. Stereocilia damage and alterations of threshold tuning curves. *Hear. Res.* **16**, 55–74 (1984).
11. Howgate, S. & Plack, C. J. A behavioral measure of the cochlear changes underlying temporary threshold shifts. *Hear. Res.* **277**, 78–87 (2011).
12. Le Prell, C. G. *et al.* Digital music exposure reliably induces temporary threshold shift in normal-hearing human subjects. *Ear Hear.* **33**, e44–58 (2012).
13. McFadden, D. Tinnitus: Facts, Theories and Treatments. *Washington, D.C. National Acad. Press* 1–150 (1982).
14. Herraiz, C., Diges, I., Cobo, P. & Aparicio, J. M. Cortical reorganisation and tinnitus: Principles of auditory discrimination training for tinnitus management. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* **266**, 9–16 (2009).
15. Rémy Pujol Jean-Luc Puel Frédéric Venail. Tinnitus. *Cochlea.org* (2016). Available at: <http://www.cochlea.eu/en/pathology/tinnitus>.
16. RA., D. Noise induced hearing loss. *Bailey BJ, Ed. Head neck Surg. cd-rom. 2nd Ed. New York, Lippincott-Raven* (1998).
17. Nicolas-Puel, C. *et al.* Characteristics of tinnitus and etiology of associated hearing loss: A study of 123 patients. *Int. Tinnitus J.* **8**, 37–44 (2002).
18. Chung, D. Y., Gannon, R. P. & Mason, K. Factors affecting the prevalence of tinnitus. *Audiology* **23**, 441–52 (1984).
19. Dieroff HG, M. W. Prevalence of tinnitus in noise-induced hearing loss. *Proc. Third Int. Tinnitus Semin. Karlsruhe Harsch Verlag* 159–161 (1987).
20. Kathleen C M Campbell, P. C. E. A. D. M. Otoacoustic Emissions. *eMedicine* (2016). Available at: <http://emedicine.medscape.com/article/835943-overview>.
21. Piron, J.-L. P. P. B. J. P. Oto-Acoustic-Emissions. *Cochlea.org* (2013). Available at:

- <http://www.cochlea.eu/en/audiometry/objective-methods/oto-emissions>.
22. Eggermont, J. J. *The Neuroscience of Tinnitus. The Neuroscience of Tinnitus* (2012). doi:10.1093/acprof:oso/9780199605606.001.0001
  23. Lopes AC, Otubo KA, Basso TC, Marinelli EJI, L. J. Perda Auditiva Ocupacional: Audiometria Tonal X Audiometria de Altas Frequencias. *Arq Int Otorrinolaringol.* **13**, 293–9 (2009).
  24. Rabinowitz, P. M. Noise-induced hearing loss. *Am. Fam. Physician* **61**, 2749–2756 (2000).
  25. Daniel, E. Noise and hearing loss: A review. *Journal of School Health* **77**, 225–231 (2007).
  26. Kumar, P., Kumar, K. & Barman, A. Effect of Short Duration Noise Exposure on Behavioural Threshold and Transient Evoked Otoacoustic Emission Amplitude. *Indian J. Otolaryngol. Head Neck Surg.* **19**, 9–12 (2013).
  27. Concha-Barrientos, Marisol, et al. Occupational noise. *Assess.* (2004).
  28. Rosen, Elizabeth J., Jeffrey T. Vrabec, and F. B. Q. Noise induced hearing loss. *Gd. Rounds Present. UTMB, Dept. Otolaryngol.* (2001).
  29. Portnuff, C. D. F., Fligor, B. J. & Arehart, K. H. Teenage use of portable listening devices: a hazard to hearing? *J. Am. Acad. Audiol.* **22**, 663–677 (2011).
  30. Katbamna, B. & Flamme, G. A. Acquired Hearing Loss in Adolescents. *Pediatric Clinics of North America* **55**, 1391–1402 (2008).
  31. Seidman, M. D. & Standring, R. T. Noise and quality of life. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **7**, 3730–3738 (2010).
  32. Saunders, J. C., Dear, S. P. & Schneider, M. E. The anatomical consequences of acoustic injury: A review and tutorial. *J. Acoust. Soc. Am.* **78**, 833–60 (1985).
  33. De Ridder, D., Elgoyhen, A. B., Romo, R. & Langguth, B. Phantom percepts: tinnitus and pain as persisting aversive memory networks. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* **108**, 8075–8080 (2011).
  34. Diane Lazard. Sensorineural hearing loss. *Cochlea.org* (2016). Available at: <http://www.cochlea.eu/en/pathology/surdives-neuro-sensorielles>.
  35. Morest, D. K. & Cotanche, D. A. Regeneration of the inner ear as a model of neural plasticity. *J Neurosci Res* **78**, 455–460 (2004).
  36. Breuskin, I. et al. Strategies to regenerate hair cells: Identification of progenitors and critical genes. *Hear. Res.* **236**, 1–10 (2008).
  37. Kros, C. J. How to build an inner hair cell: Challenges for regeneration. *Hearing Research* **227**, 3–10 (2007).
  38. An, S. C. on E. & Risks, d N. I. H. European Commission. Potential health risks of exposure to noise from personal music players and mobile phones including a music playing function.
  39. D. Bruce Kirchner. American College of Occupational and Environmental Medicine. **54**,
  40. Shulman JB, Lambert PR, G. V. Acoustic Trauma and Noise-Induced Hearing Loss. *ear Compr. Otol.* (2000).
  41. Serra, M. R. et al. Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part I: an interdisciplinary long-term study. *Int. J. Audiol.* **44**, 65–73 (2005).
  42. Shargorodsky, J., Curhan, S. G., Curhan, G. C. & Eavey, R. Change in prevalence of hearing loss in US adolescents. *JAMA* **304**, 772–778 (2010).
  43. Smith, P. A., Davis, A., Ferguson, M. & Lutman, M. E. The prevalence and type of social noise



- exposure in young adults in England. *Noise Health* **2**, 41–56 (2000).
44. Bray, A., Szymański, M. & Mills, R. Noise induced hearing loss in dance music disc jockeys and an examination of sound levels in nightclubs. *J. Laryngol. Otol.* **118**, 123–8 (2004).
  45. Derebery, M. J., Vermiglio, A., Berliner, K. I., Potthoff, M. & Holguin, K. Facing the music: pre- and postconcert assessment of hearing in teenagers. *Otol. Neurotol.* **33**, 1136–41 (2012).
  46. Carter, L., Williams, W., Black, D. & Bundy, A. The leisure-noise dilemma: hearing loss or hearsay? What does the literature tell us? *Ear Hear.* **35**, 491–505 (2014).
  47. Zhao, F., Manchaiah, V. K. C., French, D. & Price, S. M. Music exposure and hearing disorders: an overview. *Int. J. Audiol.* **49**, 54–64 (2010).
  48. Sadhra, S., Jackson, C. A., Ryder, T. & Brown, M. J. Noise exposure and hearing loss among student employees working in university entertainment venues. *Ann. Occup. Hyg.* **46**, 455–463 (2002).
  49. Fligor, B. J. & Cox, L. C. Output levels of commercially available portable compact disc players and the potential risk to hearing. *Ear Hear.* **25**, 513–527 (2004).
  50. Mercier, V. & Hohmann, B. W. Is Electronically Amplified Music too Loud? What do Young People Think? *Noise Health* **4**, 47–55 (2002).
  51. Niskar, a S. *et al.* Estimated prevalence of noise-induced hearing threshold shifts among children 6 to 19 years of age: the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994, United States. *Pediatrics* **108**, 40–43 (2001).
  52. Renick, K. M., Crawford, J. Mac & Wilkins, J. R. Hearing loss among ohio farm youth: A comparison to a national sample. *Am. J. Ind. Med.* **52**, 233–239 (2009).
  53. Axelsson, a, Aniansson, G. & Costa, O. Hearing loss in school children. A longitudinal study of sensorineural hearing impairment. *Scand. Audiol.* **16**, 137–143 (1987).
  54. Axelsson, A., Rosenhall, U. & Zachau, G. Hearing in 18-year-old Swedish males. *Scand Audiol* **23**, 129–134 (1994).
  55. Costa, O. A., Axelsson, A. & Aniansson, G. Hearing loss at age 7, 10 and 13--an audiometric follow-up study. *Scand. Audiol. Suppl.* **30**, 25–32 (1988).
  56. Meyer-Bisch, C. Epidemiological evaluation of hearing damage related to strongly amplified music (personal cassette players, discotheques, rock concerts)--high-definition audiometric survey on 1364 subjects. *Audiology* **35**, 121–142 (1996).
  57. Peng, J.-H., Tao, Z.-Z. & Huang, Z.-W. Risk of damage to hearing from personal listening devices in young adults. *J. Otolaryngol.* **36**, 181–185 (2007).
  58. West, P. D. & Evans, E. F. Early detection of hearing damage in young listeners resulting from exposure to amplified music. *Br. J. Audiol.* **24**, 89–103 (1990).
  59. Lee, P. C., Senders, C. W., Gantz, B. J. & Otto, S. R. Transient sensorineural hearing loss after overuse of portable headphone cassette radios. *Otolaryngol. - Head Neck Surg.* **93**, 622–625 (1985).
  60. Vogel, I., Brug, J., Hosli, E. J., van der Ploeg, C. P. B. & Raat, H. MP3 Players and Hearing Loss: Adolescents' Perceptions of Loud Music and Hearing Conservation. *J. Pediatr.* **152**, (2008).
  61. Vogel, I., Verschuure, H., van der Ploeg, C. P. B., Brug, J. & Raat, H. Adolescents and MP3 players: too many risks, too few precautions. *Pediatrics* **123**, e953–e958 (2009).
  62. Carter, N. L., Waugh, R. L., Keen, K., Murray, N. & Bulteau, V. G. Amplified music and young people's hearing. Review and report of Australian findings. *Med. J. Aust.* **2**, 125–128 (1982).

63. Landälv, D., Malmström, L. & Widén, S. E. Adolescents' reported hearing symptoms and attitudes toward loud music. *Noise Health* **15**, 347–54 (2013).
64. Widén, S. E. A suggested model for decision-making regarding hearing conservation: Towards a systems theory approach. *Int. J. Audiol.* 1–10 (2012). doi:10.3109/14992027.2012.728724
65. Rawool, V. W. & Colligon-Wayne, L. a. Auditory lifestyles and beliefs related to hearing loss among college students in the USA. *Noise Health* **10**, 1–10 (2008).
66. Klein, B. E. K., Cruickshanks, K. J., Nondahl, D. M., Klein, R. & Dalton, D. S. Cataract and hearing loss in a population-based study: The Beaver Dam studies. *Am. J. Ophthalmol.* **132**, 537–543 (2001).
67. Helzner, E. P. *et al.* Race and sex differences in age-related hearing loss: The health, aging and body composition study. *J. Am. Geriatr. Soc.* **53**, 2119–2127 (2005).
68. Lie, A. *et al.* Occupational noise exposure and hearing: a systematic review. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* (2015). doi:10.1007/s00420-015-1083-5
69. Cruickshanks, K. J. *et al.* Cigarette smoking and hearing loss: the epidemiology of hearing loss study. *JAMA* **279**, 1715–1719 (1998).
70. Lusk, S. L., Hagerty, B. M., Gillespie, B. & Caruso, C. C. Chronic effects of workplace noise on blood pressure and heart rate. *Arch. Environ. Health* **57**, 273–281 (2002).
71. Lawrence, H. P. *et al.* A longitudinal study of the association between tooth loss and age-related hearing loss. *Spec. Care Dent.* **21**, 129–140 (2001).
72. Vogel, I., Brug, J., Van Der Ploeg, C. P. B. & Raat, H. Prevention of adolescents' music-induced hearing loss due to discotheque attendance: A Delphi study. *Health Educ. Res.* **24**, 1043–1050 (2009).
73. Clark W.W. & Bohne B.A. Temporary threshold shifts from attendance at a rock concert. *J Acoust Soc Am, Supp 1* **79**, (1986).
74. Yassi, A., Pollock, N., Tran, N. & Cheang, M. Risks to hearing from a rock concert. *Can. Fam. Physician* **39**, 1045–1050 (1993).
75. Opperman, D. A., Reifman, W., Schlauch, R. & Levine, S. Incidence of spontaneous hearing threshold shifts during modern concert performances. *Otolaryngol. - Head Neck Surg.* **134**, 667–673 (2006).
76. Chung, J. H., Des Roches, C. M., Meunier, J. & Eavey, R. D. Evaluation of noise-induced hearing loss in young people using a web-based survey technique. *Pediatrics* **115**, 861–7 (2005).
77. Bogoch, I. I., House, R. A. & Kudla, I. Perceptions about hearing protection and noise-induced hearing loss of attendees of rock concerts. *Can. J. Public Heal.* **96**, 69–72 (2005).
78. CA, K. *The Simple Guide to Optimum Hearing Health for the MP3 Generation.* (2006).
79. Crandell, C., Mills, T. L. & Gauthier, R. Knowledge, behaviors, and attitudes about hearing loss and hearing protection among racial/ethnically diverse young adults. *J. Natl. Med. Assoc.* **96**, 176–186 (2004).
80. Rice, C. G., Breslin, M. & Roper, R. G. Sound levels from personal cassette players. *Br. J. Audiol.* **21**, 273–278 (1987).
81. Williams, W. Noise exposure levels from personal stereo use. *Int. J. Audiol.* **44**, 231–236 (2005).
82. Vogel, L., Verschuure, H., Van Der Ploeg, C. P. B., Brug, J. & Raat, H. Estimating adolescent risk for hearing loss based on data from a large school-based survey. *American Journal of Public Health* **100**, 1095–1100 (2010).

83. Kumar, A., Mathew, K., Alexander, S. A. & Kiran, C. Output sound pressure levels of personal music systems and their effect on hearing. *Noise Health* **11**, 132–140 (2009).
84. LePage, E. L. & Murray, N. M. Latent cochlear damage in personal stereo users: A study based on click-evoked otoacoustic emissions. *Med. J. Aust.* **169**, 588–592 (1998).
85. Montoya, F. S., Ibargüen, A. M., Vences, A. R., Rey, A. S. Del & Fernandez, J. M. S. Evaluation of cochlear function in normal-hearing young adults exposed to MP3 player noise by analyzing transient evoked otoacoustic emissions and distortion products. *J. Otolaryngol. - Head Neck Surg.* **37**, 718–724 (2008).
86. Le Prell, C. G., Hensley, B. N., Campbell, K. C. M., Hall, J. W. & Guire, K. Evidence of hearing loss in a ‘normally-hearing’ college-student population. *Int. J. Audiol.* **50 Suppl 1**, S21–S31 (2011).
87. Hellström, P. A. & Axelsson, A. Sound levels, hearing habits and hazards of using portable cassette players. *J. Sound Vib.* **127**, 521–528 (1988).
88. Rosanowski, F., Eysholdt, U. & Hoppe, U. Influence of leisure-time noise on outer hair cell activity in medical students. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* **80**, 25–31 (2006).
89. Keith, S. E. *et al.* MP3 player listening sound pressure levels among 10 to 17 year old students. *J. Acoust. Soc. Am.* **130**, 2756–64 (2011).
90. Worthington, D. a *et al.* Comparing two methods to measure preferred listening levels of personal listening devices. *J. Acoust. Soc. Am.* **125**, 3733–3741 (2009).
91. Fligor BJ, I. T. Does Earphone Type Affect Risk for Recreational Noise-induced Hearing Loss? *Pap. Present. Noise Induc. Hear. Loss Child. Work Play Conf.* (2006).
92. Bohlin, M. & Erlandsson, S. Risk behaviour and noise exposure among adolescents. *Noise Health* **9**, 55–63 (2007).
93. Headphones. *Wikipedia: The Free Encyclopedia* (2016). Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/Headphones>.
94. Hodgetts, W. E., Rieger, J. M. & Szarko, R. a. The effects of listening environment and earphone style on preferred listening levels of normal hearing adults using an MP3 player. *Ear Hear.* **28**, 290–297 (2007).
95. Henry, P. & Foots, A. Comparison of user volume control settings for portable music players with three earphone configurations in quiet and noisy environments. *J. Am. Acad. Audiol.* **23**, 182–91 (2012).
96. Olsen Widén, S. E. & Erlandsson, S. I. The influence of socio-economic status on adolescent attitude to social noise and hearing protection. *Noise Health* **7**, 59–70 (2004).
97. Ramakers, G. G. J., Kraaijenga, V. J. C., Cattani, G., van Zanten, G. A. & Grolman, W. Effectiveness of Earplugs in Preventing Recreational Noise-Induced Hearing Loss: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Otolaryngol. Head Neck Surg.* (2016). doi:10.1001/jamaoto.2016.0225
98. Folmer, R. L., Griest, S. E. & Martin, W. H. Hearing conservation education programs for children: a review. *J. Sch. Health* **72**, 51–7 (2002).
99. Borchgrevink, H. M. Does health promotion work in relation to noise? *Noise Heal.* **5**, 25–30 (2003).